

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO ZOOTECNIA

“Por un desarrollo Agrario,
Integral y Sostenible”



Trabajo de Graduación

Composición química del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (*L.*) (*Walp*), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua

AUTORES

Br. Maynor Israel Vallecillo Tinoco
Br. Ramón Antonio Medrano Martínez

ASESORES:

Ing. Domingo José Carballo Dávila MSc
Ing. Norman Andino Ruiz
Lic. Damaris Mendieta Téllez

MANAGUA, NICARACARAGUA, NOVIEMBRE 2017

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la Facultad de Ciencia Animal, como requisito parcial para optar al título profesional de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

Miembros del tribunal Examinador

Ing. Sergio Álvarez
Presidente Msc.

Ing. Jannin Hernández B
Secretario

DEDICATORIA

A **DIOS** nuestro señor sobre todas las cosas, todo poderoso que me otorgo la sabiduría y fuerzas para sobreponerme en todo el transcurso de mi carrera, brindándome salud, paciencia, esfuerzo para afrontar tanto momentos difíciles y buenos los cuales me enseñaron que tenía que seguir luchando y así culminar con éxito.

Orgullosamente y de manera muy especial a nuestras madres Sr. **María Amanda Tinoco Melar**, y Sra. **Felipa de la cruz Martínez Linarte** y Papás Sr. **Ramón Alberto Medrano Jirón** y Sr. **Israel Vallecillo Ordoñez**. Por brindarnos todo su apoyo incondicional, ya que gracias a ellos hoy día somos personas de bien, por su apoyado en los buenos y malos momentos y por inculcarnos valores.

A nuestra familia en general por apoyarnos en todo el transcurso de la carrera.

Maynor Israel Vallecillo Tinoco

Ramón Antonio Medrano Martínez

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** sobre todas las cosas, por darnos la oportunidad de culminar nuestra carrera.
A nuestros Padres por darnos su apoyo, comprensión y motivación.

Al **Ing. Domingo José Carballo Dávila MSc. Ing. Norman Andino Ruiz, Lic. Damaris Mendieta Téllez** por su esfuerzo, dedicación y orientación en nuestro trabajo de investigación.

A nuestros compañeros de estudios, por el gran trabajo en equipo en el desarrollo de la carrera en pro del bienestar animal.

A todos los docentes de la **Facultad de Ciencia Animal** de la **Universidad Nacional Agraria Managua**, por brindarnos sus conocimientos y experiencias adquiridas en el campo de Ingeniería en Zootecnia.

Maynor Israel Vallecillo Tinoco

Ramón Antonio Medrano Martínez

ÍNDICE DE CONTENIDO

	SECCIÓN	PÁGINA
	DEDICATORIA	i
	AGRADECIMIENTO	ii
	ÍNDICE DE CUADROS	iii
	ÍNDICE DE ANEXOS	iv
	RESUMEN	v
	ABSTRACT	vi
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	2
	2.1. Objetivo general	2
	2.2. Objetivos específicos	2
III.	METODOLOGÍA	4
	3.1. Localización del ensayo	4
	3.1.1. Suelo y clima	4
	3.2. Diseño metodológico	4
	3.3. Elaboración de rastrojo amomificación	5
	3.4. Tratamiento y diseño experimental	6
	3.5. Variables evaluadas	6
	3.5.1. Parámetros de calidad	6
	3.6. Procedimiento analítico	7
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
	4.1. Materia Seca (MS)	8
	4.2. Proteína Cruda (PC)	8
	4.3. Fibra Neutro Detergente (FND)	9
	4.4. Fibra Acido Detergente (FAD)	10
	4.5. Porcentaje de Hemicelulosa	11
	4.6. Porcentaje de Celulosa	11
	4.7. Porcentaje de lignina	12

V.	CONCLUSIONES	13
VI.	RECOMENDACIONES	14
VII.	LITERATURA CITADA	15
VIII.	ANEXOS	17

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
Cuadro 1.	Comparación de medias para la variable, Materia Seca del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (<i>Vigna unguiculada</i>) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua	7
Cuadro 2.	Comparación de medias para la variable Proteína Bruta del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (<i>Vigna unguiculada</i>) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua	8
Cuadro 3.	Comparación de medias para la variable Fibra Neutro Detergente del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (<i>Vigna unguiculada</i>) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua	9
Cuadro 4.	Comparación de medias para la variable Fibra Acido Detergente del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (<i>Vigna unguiculada</i>) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano, Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua	10
Cuadro 5.	Comparación de medias para la variable Hemicelulosa (%), del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (<i>Vigna unguiculada</i>) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua	11
Cuadro 6.	Comparación de medias para la variable celulosa (%), del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (<i>Vigna unguiculada</i>) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua	12
Cuadro 7.	Comparación de medias para la variable lignina (%), del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (<i>Vigna unguiculada</i>) (L.) (Walp),	

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
-------	--------

Anexo 1.	Selección y recolección de la vaina del Caupi	20
Anexo 2.	Pesaje de las muestras de la vaina del Caupi	20
Anexo 3	Proceso de amonificación de los tratamientos	21
Anexo 4	Material amonificado	21
Anexo 5.	Análisis del material amonificado	21

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar la composición química (materia seca (MS), proteína bruta (PB), fibra neutro detergente (FND), fibra ácido detergente (FAD), hemicelulosa, celulosa y lignina) de la amonificación del rastrojo de la vaina del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (L.) (Walp), como potencial uso en épocas secas en la alimentación. El ensayo se realizó en la granja porcina, y en los laboratorios de bromatología de la Facultad de Ciencia Animal de la FACA-UNA. Los tratamientos fueron conservados por 17 días. Los tratamientos evaluados fueron tres niveles de inclusión de urea, lo cual se distribuyeron en un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones y el testigo. El tratamiento uno (T1) consistió 1 % de urea + vaina de Caupí; el tratamiento dos (T2) 3 % de urea + vaina de Caupí; y el tratamiento tres (T3) 5 % + vaina de Caupí y el Testigo (T0) 0 % de urea + vaina de Caupí. Los resultados del análisis de la composición química para MS por tratamiento fueron para (T1): 41.33 %, (T3): 41.71 %, (T2): 42.25 % y el (T0): 85.73 %, hubo diferencia significativa al 5%. La PB alcanzó valores de: 19.90 %, 20.89 %, 20.90 % y 21.02 %, T2, T3, (T1) y (T0) respectivamente, los cuales no se reflejaron diferencias significativas entre tratamientos. La FND presentó valores no significativos entre tratamiento (T3): 69.53 %, (T0): 72.02 %, (T1): 72.28 % y (T2) 76.13 %. FAD los resultados fueron significativos al 5 %, (T0) con 54.53 %, (T1) con 55.17 %, (T3) 62.95 % y (T2) 63.58 %, la hemicelulosa los tratamientos fueron significativos al 5%: (T3) con 7.16 %, (T2) con 12.55 %, (T1) 17.11% y (T0) con 17.68 %. Los resultados para la celulosa que no fueron significativos entre tratamientos: (T0), 42.02 %, (T1): 47.67 % (T2) 54.97 % y (T3): 55.98 %. La lignina presentó significancia al 5 %, para el (T2) 13.35%, (T3) 15.21 %, (T1) 17.48 % y (T0) 18.92 %. Con base en estos resultados, los tratamientos que presentaron menores valores fueron: materia seca (T1) 41.33 %, proteína bruta (T2) 19.90, fibra neutro detergente ((T3) 69.53 %, fibra ácido detergente (T0) 54.34%, hemicelulosa (T3) 7.06 %, celulosa (T0) 42.02 % y lignina (T2) 13.35 % presentaron menores valores.

Palabras clave: materia seca, proteína bruta, fibra neutro detergente, fibra ácido detergente, vaina de caupí, lignina, celulosa, hemicelulosa.

ABSTRACT

The recent investigation was carried out with the purpose of determining the chemical composition in Dry Matter (DM), Crude Protein (CP), Neutral Detergent Fiber (NDF), Acid Detergent Fiber (ADF), hemicellulose, cellulose and lignin of the stubble ammonification of the pod of the Cowpea bean (*Vigna unguiculada*) (*L.*) (*Walp.*), as potential use in dry times in the feeding. Furthermore the test took place in the swine farm, and the analysis were made in the primatology's laboratory of the Animal Science Faculty. On the other hand the treatments were conserved for 17 days. The treatments evaluated were three levels of inclusion of urea, which were distributed in a Completely Randomized Design (CRD) with three repetitions and the control: Treatment one (T1) consisted of 1% urea + Cowpea pod, treatment two (T2) 3% urea + cowpea pod, and treatment three (T3) 5% + Cowpea pod and the control (T0% urea + cowpea pod). The results of the analysis of the chemical composition for DM by treatment were: (T1): 41.33%, (T3): 41.71%, (T2): 42.25% and (T0): 85.73%, there was significant difference at 5%. The CP reached values of: 19.90%, 20.89%, 20.90% and 21.02%, T2, T3. T1 and T0 respectively, which did not reflect significant differences between treatments. The NDF presented non-significant values between treatments (T3): 69.53%, (T0): 72.02%, (T1): 72.28% and (T2) 76.13%. The ADF results were significant at 5%, (T0) with 54.53%, (T1) with 55.17%, (T3) 62.95% and (T2) 63.58%, the hemicellulose treatments were significant at 5%: (T3) with 7.16 %, (T2) with 12.55%, (T1) 17.11% and (T0) with 17.68%. The results for cellulose were not significant between treatments: (T0), 42.02%, (T1): 47.67% (T2) 54.97% and (T3): 55.98%. However the Lignin showed significance at 5%, for (T2) 13.35%, (T3) 15.21%, (T1) 17.48% and (T0) 18.92%. Based on these results, the treatments that presented lower values were: dry matter (T1) 41.33%, crude protein (T2) 19.90, neutral detergent fiber (T3) 69.53%, acid detergent fiber (T0) 54.34%, as well as hemicellulose (T3) 7.06%, cellulose (T0) 42.02% and lignin (T2) 13.35%.

Key words: dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, cowpea pod, lignin, cellulose, hemicellulose.

I. INTRODUCCIÓN

El potencial de producción ganadera en Nicaragua está determinado principalmente por las características del clima, suelo y vegetación del ecosistema; siendo el área empastada aproximadamente unos 2.5 millones de mz, las que se agrupan en tres grandes regiones (Pacífico, Central y Atlántico) (Aznar *et al* ; 1991).

Para poder obtener una producción creciente y sostenida, es necesario suministrarle al ganado bovino, durante todo el año, pastos y forrajes de buena calidad. En esta actividad de producción animal, la alimentación es uno de los rubros de mayor incidencia económica, es por eso que en otros países se han estudiado métodos (biológicos, físicos y químicos), que permitan mejorar el aporte de nutrientes, digestibilidad y consumo de estos forrajes toscos, Boochini; C.: E. Eliazondo, J. (2003)..

En el trópico estacional, la mayor abundancia y calidad de los materiales a almacenar para la sequía se obtienen durante la época lluviosa, momento este que no coincide con las condiciones ambientales favorables, para que tales materiales puedan ser conservados en las formas de amonificado, heno y ensilaje, sin el riesgo de altas pérdidas Reyes, *et al*; (2008).

Byers (1984), citado por Franco (1985), determinó que las pérdidas económicas durante la estación seca se deben a la baja en la producción láctea (0.3 lt/vaca/día), pérdida de peso (de 50 – 60 kg/animal/época), peso no óptimo para la monta en hembras (menor a 280 kg), altas incidencias de enfermedades y elevada tasa de mortalidad

La amonificación de rastrojo consiste en la aplicación de agua con urea sobre los pastos maduros y/o rastrojos de cosecha y su posterior almacenamiento hermético para mejorar la forma en que éstos puedan ser aprovechados por el animal Castillo, *et al.*, 2013.

En la mayoría de los casos, estos residuos son el resultado de un procesamiento industrial (arroz, azúcar, maní), y están disponibles en grandes cantidades en los sitios de producción. Tal concentración de recursos potencialmente útiles ha incentivado la búsqueda de tecnologías con el propósito de aumentar el valor nutritivo de estos, al punto de convertirlos en alimentos para rumiantes. Dentro de estas técnicas podemos incluir, la amonificación, el tratamiento con vapor y la formación de briquetes (Preston y Leng, 1989).

La adaptación de las técnicas de conservación de alimentos como el amonificado se convierte en una herramienta de manejo, que permite a los productores equipar recursos alimenticios (forrajes lignificados, residuos de cosecha, productos agro-industriales), con la demanda alimenticia del ganado. La función básica de la manufactura del amonificado es almacenar y reservar alimentos para sus usos posteriores con mejoras de la calidad nutritiva a través del aporte de urea. (Pulido 1990).

Existe actualmente una opción que es la Amonificación, en la que puede o no ser necesario picar, pero no se requiere secar, ni extraer el aire mediante compactación del material, condiciones estas costosas y difíciles de lograr a nivel de finca y de las cuales depende el éxito o fracaso de obtener, conservar y almacenar un buen heno, henolaje y ensilaje.

El proceso de Amonificación sobre los residuos agrícolas como pajas de cereales y henos maduros se utiliza en la mayoría de los países con el propósito de mejorar su valor nutritivo. Sin embargo, este proceso puede ser utilizado para tratar pastos y forrajes verdes en diferentes estados de madurez, con el mismo propósito de mejorar su valor nutritivo y conservarlo para su posterior utilización en la época seca en forma de heno (Conrad, 1990).

Otra ventaja de la amonificación, es que se puede hacer con múltiples materiales, escogiendo los de mayor disponibilidad propia o ajena, estabilidad, seguridad y los de menor precio de compra venta, manipulación, transporte y picado, puestos en el comedero, dependiendo de las distancias entre los sitios de abastecimiento y suministro.

Otra alternativa a que recurren los productores es la conservación de los excedentes de forrajes que se presenta durante la época lluviosa en forma de ensilaje o de heno; sin embargo, no todos los productores lo pueden poner en práctica debido a la necesidad de maquinaria e infraestructura que conlleva a altas inversiones; en este sentido la nueva propuesta tecnológica no requiere de este tipo de recursos tecnológicos Cañete, *et al.*, 1998.

En la actualidad existe una especial preocupación por la producción de alimentos para la creciente población mundial. La falta de una fuente alimenticia estable durante todo el año en la zona tropical, ha traído como consecuencia la búsqueda de alimentos baratos que ofrezcan a los animales, los principios necesarios para alcanzar una producción alta y equilibrada.

Los residuos y desechos agrícolas y agroindustriales, son considerados un problema para el productor, ya que no cuentan o no conocen alternativas de manejo para poder dar un uso apropiado a estos residuos. En algunos casos el manejo inadecuado de estos residuos y la falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación (Conrad, *et al* 1990).

Es por esto que la utilización rastrojos de vaina de frijol caupí, para la conservación de forrajes, como una alternativa de alimentación en el ganado, que sufre de escases de alimento en el periodo de verano, viene siendo una alternativa para el pequeño y mediano productor, ya que estaría suministrando un alimento de mejor calidad, y de bajo costo económico, mismo que no requiere de grandes infraestructuras para realizarlo.

La importancia de este estudio radica en evaluar el valor nutritivo por medio de la técnica, de amonificación de rastrojo, utilizando diferentes proporciones de urea en la vaina del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*), como alternativas de alimentación animal en épocas de escases de alimento en toda la cadena del corredor seco del país, utilizando los recursos que son de fácil establecimiento y manejo en estas partes secas de Nicaragua.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Determinar la calidad nutritiva del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (L.)Walp.), con tres niveles de urea y el testigo; como potencial uso en la alimentación de verano.

2.2 Objetivos específicos

Evaluar del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (L.) Walp.), bajo tres niveles de urea.y el testigo (1, 3,5 y 0 %,) para mejorar su calidad nutritiva; como potencial uso en la alimentación de verano.

Estimar la variación de la composición química(Materia seca, proteína bruta, fibra neutro detergente, fibra acido detergente, hemicelulosa, celulosa y lignina (%), del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (L.) Walp.), tratada con tres niveles de urea y el testigo (1, 3, 5 y 0 %).

III. METODOLOGÍA

4.1. Localización

El ensayo se realizó en la Finca Santa Rosa de la Universidad Nacional Agraria, Managua, ubicada a 12° 08' 15" Latitud Norte y 86° 09' 36" Longitud Oeste, a 56 m.s.n.m (INETER, 2006).

4.1.1. Suelo y Clima

Los suelos de la finca Santa Rosa son de textura franco arenoso, presentando 22.5 % de arcilla, 32.0 % de limo y 50.0 % arena, presentan buen drenaje; Martínez, R.J. L. 2010.

Estos suelos tienen alto porcentaje de materia orgánica y nitrógeno (4.77 % y 0.23 % respectivamente y presentan 13.2 ppm de fosforo; 1.67 meq/100 gramos de potasio y un pH de 7.3), clasificándolo como ligeramente alcalinos, Martínez, R.J. L. 2010.

La zona presenta una época seca definida desde noviembre hasta abril y una temporada lluviosa entre mayo a octubre. La precipitación media anual es de 1200 mm con una temperatura media anual de 27.3° C y una humedad relativa anual del 72 % (INETER, 2006).

La zona ecológica corresponde a caracterizarse por ser un bosque Tropical Seco (Holdridge, 1978).

4.1.2. Diseño metodológico

En el presente estudio se implementó, la amonificación del rastrojo de la vaina de frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (L) (Walp), con tres niveles de urea más su testigo, en la zona de Santa Rosa, Managua.

Con lo cual se busca dar respuesta a la problemática de la alimentación animal en épocas de escasas de alimento, por medio del amonificado, mejorando y conservando su calidad.

Es necesario establecer la variabilidad de los parámetros de calidad, mediante un análisis de laboratorio con el fin de obtener información sobre los elementos de mayor aporte y los elementos limitantes. En este sentido el presente estudio se enmarco dentro de un plan de investigación nutricional básico.

Para la determinación de los parámetros de calidad: Materia Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Fibra Neutro Detergente (FND), Fibra Acido Detergente (FAD), Hemicelulosas, Celulosa y Lignina, se utilizó la metodología del análisis de Weende o Análisis Proximal (AOAC, 2013).

4.1.3. Elaboración del amonificado del rastrojo de vaina de frijol Caupí.

Se seleccionó el material a amonificar que presento mejores características en cuanto a madurez de la vaina. Los rastrojos de frijol Caupí, fueron obtenidos en la finca de Santa Rosa, Sabana grande, Managua.

La cosecha de las vainas para su amonificación, realizó bajo condiciones ambientales normales, posteriormente se procedió al pesaje del material mediante una balanza digital.

Las vainas de rastrojo del frijol Caupí, fueron adicionados de forma proporcional porcentualmente de urea (1 %; 3 %; 5 % y 0 %), por cada 500 g del material a amonificar,

Primero se pesaron 500 g de rastrojo de vaina del Frijol Caupi, por cada tratamiento y repetición. Previamente, se enviaron cuatro muestras de 500 g cada una al laboratorio de Bromatología para determinar el contenido de Materia Seca, el cual resulto de 85.73%.

En base a este contenido de MS, se determinaron los gramos de MS presentes en 500 g rastrojo de vaina del Frijol Caupi, que constituye la unidad experimental, procediéndose a pesar los gramos de urea en una balanza analítica, correspondiente a cada tratamiento.

Tratamiento (%)	Gramos de urea por tratamiento y repetición
1	10 g
3	30 g
5	50 g

Posteriormente se extendió el rastrojo de vaina del Frijol Caupi, de cada repetición por tratamiento sobre plástico negro en una superficie plana, luego se disolvió la urea en agua (500 cc). Con ayuda de una regadera plástica distribuyéndose la solución uniformemente por toda la masa de cascarilla. Terminado este proceso inmediatamente, cada muestra aplicada con la solución se empaco herméticamente en bolsas de polietileno, dejando el material expuesto a la acción del amoníaco proveniente de la urea por un tiempo de 17 días.

Tiempo posterior al cual se abrieron las bolsas, extendiéndose nuevamente el material sobre una superficie plana, durante una hora, con el objetivo de que desaparezca el exceso de amoníaco. Enviándose las muestras al laboratorio para el análisis de los parámetros de calidad.

Luego se procedió al llenado de las bolsas y sellado completo del material; las bolsas fueron rotuladas según cada tratamiento y repetición, ubicados en un cuarto protegidos de los rayos solares.

La urea a utilizada es la normalmente distribuida en el país. Se tomaron muestras de la vaina seca del Frijol Caupí, antes y después del proceso de amonificación, para su posterior análisis químico en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional Agraria.

Para el proceso de la amonificación de la vaina del Frijol Caupi, se siguió la propuesta por Pulido (1990). La misma consiste en que, por cada 100 Kg de material seco fibroso se deben mezclar 3 kg de urea (46 % de N), la que se disuelve en 50 litros de agua.

4.1.4. Tratamiento y diseño experimental

Los tratamientos a evaluados consistieron en tres niveles de urea (46% de nitrógeno) más el testigo, en base a los 500 g de materia seca del rastrojo de vaina del frijol Caupí, que fueron distribuidos en un diseño completamente al azar (DCA) con tres repeticiones por tratamiento.

El T1: 0 % urea + vaina seca de frijol Caupí, (Rastrojo).

El T2: 1 % urea + vaina seca de frijol Caupí, (Rastrojo).

El T3: 3% urea + vaina seca de frijol Caupí, (Rastrojo).

El T4: 5 % urea + vaina seca de frijol Caupí, (Rastrojo).

4.1.5. Variables a evaluadas

Fue de interés en este ensayo de amonificación, la evaluación de la composición química de la vaina del frijol Caupí, (*Vigna unguiculada*), antes y después de su amonificación, en su composición bromatológica en la alimentación. Donde se probaron los diferentes niveles de proporción de urea con los 500 g de rastrojo de vaina, el cual fue abierto a los 17 días. Como variables se incluyeron parámetros de calidad.

4.1.6. Parámetros de calidad

Para la determinación de los parámetros químicos de la calidad se tomaron una muestra compuesta de aproximadamente 500 g por tratamiento y repetición, que fue procesada en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencia Animal de la Universidad Nacional Agraria.

Los parámetros incluidos fueron:

- Materia seca (%)
- Proteína Cruda (%)
- Fibra Neutra Detergente (%)
- Fibra Acido Detergente (%)
- Hemicelulosa (%)
- Celulosa (%)
- Lignina (%)

4.1.7 Procedimiento analítico

Para las variables de estudio MS (%), PB (%), FND (%), FAD (%), Hemicelulosa (%), Celulosa % y lignina, se realizó un análisis de varianza utilizando el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} : Es una observación cualquiera de los parámetros bajo estudio.

μ : Es la media poblacional de los parámetros.

T_i : Es el efecto del j -ésimo tratamiento.

ε_{ij} : Error experimental

Para las variables porcentuales, se realizarán las transformaciones mediante el arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción, con el fin de ajustar los datos porcentuales a una distribución normal (Steel y Torrie, 1988). Posteriormente se realizarán comparaciones de medias mediante la prueba de Duncan.

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 Materia seca

La variable porcentaje de Materia seca presento diferencias significativas ($P > 0.005$ entre tratamiento (Cuadro 1). Según la separación de medias por Duncan, los tratamientos fueron ubicados en dos categorías estadísticas.

El porcentaje de materia seca sin amonificar fue de 85.73, disminuyendo en un promedio de 43.96 % en relación a los tratamientos 1, 2 y 3 (1, 3 y 5 % de urea).

Este comportamiento obedece, primero por el hecho que la urea se disuelve como vehículo para distribuirla uniformemente conllevando este proceso ganancia de humedad por parte del sustrato. Por otro lado parece ser que el amonio que se desprende por la reacción de la urea en presencia de la enzima ureasa permeabiliza la estructura del rastrojo de la vaina del Caupí, incrementando el contenido de humedad de un 41.33 a 42.25 %.

Resultados superiores fueron obtenidos por Matus 2000; con niveles de inclusión de urea 0, 3, 5, y 7 % y 89.33; 87.34; 85.06 y 82.58 % de materia seca respectivamente en cascarilla de arroz.

Cuadro 1. Comparación de medias para la variable, Materia Seca del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua

Tratamiento (% inclusión de urea)	Medias (%)	Prueba de Duncan (5%)
T1 (1%)	41.33	a
T3 (5 %)	41.71	a
T2 (3 %)	42.25	a
T0 (0%)	85.73	b

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del ($P > 0.05$) según Duncan.

4.2 Proteína cruda.

En el Cuadro 2 refleja una leve disminución de la proteína bruta con los niveles de (1 y 5 % de urea), siendo el tratamiento dos (3 % urea) el de menor porcentaje con 19.90, y el tratamiento (0 %) el de mayor contenido 21.02%. Sin embargo el (T0), refleja un mayor contenido de lignina (18.92 %), un 72.02 % de FND y mayor contenido de hemicelulosa. Esto lo hace menos digerible que los otros tratamientos.

Cuadro 2. Comparación de medias para la variable, proteína bruta del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua

Tratamiento (% inclusión de urea)	Medias (%)	Prueba de Duncan (5%)
T2 (3 %)	19.90	a
T3 (5 %)	20.89	a
T1(1 %)	20.90	a
T0 (0 %)	21.02	a

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del (P>0.05) según Duncan.

Matus (2000), obtuvo resultados inferiores con 0, 3, 5, y 7% de inclusión de urea y 2.60, 4.01, 5.49 y 7.62 % de proteína bruta. Cabe señalar que este trabajo se hizo con cascarilla de arroz sin moler y nuestro trabajo fue con leguminosa.

En termino de proteína bruta, concuerdan con lo reportado en la literatura, en que el proceso de amonificación transforma residuos agrícolas o desechos fibrosos en forrajes de buena calidad (Pulido, 1990). En este estudio estos tratamientos satisface los requerimientos proteicos de la microflora ruminal, superando el nivel crítico de 7%.

4.3 Fibra Neutro Detergente

Para la variable FND, los resultados de la comparación de medias por Duncan al 5 %, nos indica que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos siendo el /T3) con inclusión del 5 % de urea que presento menor porcentaje y el de mayor porcentaje el (T2) con el 3 % de inclusión de urea, Cuadro 3.

Cuadro 3. Comparación de medias para la variable, Fibra neutro detergente (FND) del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua

Tratamiento (% inclusión de urea)	Medias (%)	Prueba de Duncan (5%)
T3 (5 %)	69.53	a
T0 (0 %)	72.02	a
T1(1 %)	72.28	a
T2 (3 %)	76.13	a

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del (P>0.05) según Duncan.

La fibra es el constituyente mayoritario del alimento. Su importancia para los animales radica en su influencia sobre la velocidad de tránsito, constituyendo un sustrato importante para el crecimiento de los microorganismos del rumen, factores directamente relacionados con la salud y los rendimientos productivos de los animales (Castillo y Baldizón, 2013).

En términos prácticos, la FND es inversamente proporcional a la capacidad de consumo que los animales tendrán sobre ese alimento (a más FND, menos consumo voluntario).

La FND representa los componentes de la pared celular de las plantas (Hemicelulosa, celulosa, lignina).

Talavera y León (2012), al hacer comparaciones de medias obtuvieron resultados de 70.87 hasta 77.47% de FND, en diferentes niveles de inclusión de urea en la biomasa del pasto guinea (*Panicum máximum*, Jack.) Cv. Colonial, siendo casi similares a los obtenidos en este estudio.

4.4 Fibra Acido Detergente

En el Cuadro 4; se puede observar los contenidos de FAD en los diferentes tratamientos, presentando diferencias significativas ($P < 0.05$). Los mayores contenidos se presentó en los tratamientos T2 (63.53 %), seguido del T3 (62.95 %) y los de menor porcentaje fue el T1 (55.17 %) y T0 (54.34 %). Esto representa el contenido de celulosa y lignina. La comparación de medias por Duncan, los hubicó en dos categorías distintas.

Cuadro 4. Comparación de medias para la variable, Fibra acido detergente (FAD) del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua

Tratamiento (% inclusión de urea)	Medias (%)	Prueba de Duncan (5%)
T0 (0 %)	54.34	a
T1 (1 %)	55.17	a
T3 (5 %)	62.95	b
T2 (3 %)	63.58	b

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del ($P > 0.05$) según Duncan.

Diferentes autores Alves *et al.*, (1993), Herrera y Hernández (1998) coinciden que las proporciones de carbohidratos estructurales aumentan con la edad de la planta (estado fenológico), tomando en cuenta que el valor absoluto de este incremento está relacionado con la especie botánica, tipo de manejo y factores climáticos.

Por otro lado Elizalde *et al.*, (1992) observaron un aumento gradual del valor del FAD, señalando que este incremento está dado por un aumento de la fracción lignina de la fibra al avanzar la edad, disminuyendo a la vez la proporción de celulosa, estos cambios son adversos a la digestibilidad.

En términos de requerimiento de vacas en lactancia, el porcentaje mínimo para evitar problemas de acidosis es del 13 % de fibra cruda (FC) o del 17 % de Fibra detergente ácido (FDA).

Para asegurar un normal funcionamiento del rumen y a la vez mantener valores normales de grasas se deberá trabajar con un 17 % de FC, un 21 % de FDA o un 36 % de Fibra detergente neutro (FDN).

4.5 Hemicelulosa

En el análisis de la comparación de medias por Duncan, nos reflejó que para la variable hemicelulosa, si hubo diferencias significativas entre los tratamientos (T3), (T2) y (T1) (T0), ubicándolos en dos categorías diferentes, siendo el (T0) y el (T1) de mayor contenido, Cuadro

Cuadro 5. Comparación de medias para la variable, Hemicelulosa del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua

Tratamiento (% inclusión de urea)	Medias (%)	Prueba de Duncan (5%)
T3 (5 %)	7.16	a
T2 (3 %)	12.55	a
T1 (1 %)	17.11	b
T0 (0 %)	17.68	b

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del (P>0.05) según Duncan.

La hemicelulosa, son polisacáridos integrantes de las paredes celulares de los vegetales similares a la celulosa, pero se degradan más fácilmente. También es importante considerar que estos compuestos varían dependiendo de la edad, y variabilidad de las especies cultivadas y mejoradas.

La hemicelulosa se caracteriza por ser una molécula con ramificaciones, como lo es el ácido urónico, capaz de unirse a las otras moléculas mediante enlaces que constituyen la pared rígida que protege a la célula de la presión ejercida sobre esta por el resto de las células que la rodean.

4.6 Celulosa

Al comparar los resultados de la comparación de medias por Duncan al 5%, de la pared celular de la celulosa, se observa que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo el (T0) y (T1) presentaron los menores contenidos con un 42.02 % y 47.67 % respectivamente, Cuadro 6.

Cuadro 6. Comparación de medias para la variable, Celulosa del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua

Tratamiento (% inclusión de urea)	Medias (%)	Prueba de Duncan (5%)
T0 (0 %)	42.02	a
T1 (1 %)	47.67	a
T2 (3 %)	54.97	a
T3 (5 %)	55.98	a

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del (P>0.05) según Duncan.

La celulosa es un polisacárido compuesto exclusivamente de moléculas de glucosa que contiene desde varios cientos hasta varios miles de unidades de β -glucosa.

La dieta básica para rumiantes está basada en el empleo de la biomasa proveniente de las gramíneas y leguminosas forrajeras. <https://es.slideshare.net/ing01eard/los-clucocidos-digestion-de-los-bovinos>

Las actividades metabólicas de las bacterias ruminales pueden ser agrupadas en dos tipos: a) degradación de polímeros vegetales (celulosa, hemicelulosa y proteínas) hasta sus subunidades monoméricas respectivas y b) fermentación y subsecuente utilización de estas subunidades en producción de energía, esqueletos carbonados y amonio para biosíntesis microbiana. <https://es.slideshare.net/ing01eard/los-clucocidos-digestion-de-los-bovinos>

4.7 Lignina

En el Cuadro 7; se puede observar los contenidos de Lignina en los diferentes tratamientos, según el análisis de comparación de medias por Duncan al 5 %, presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0.05$), ubicándolos en tres categorías estadísticas. Los mayores contenidos se presentó en los tratamientos T0 (18.92 %), seguido del T1 (17.48 %) y el tratamiento T3 (15.21 %); el que presentó menor contenido fue el T2 con (13.35 %).

Cuadro 7. Comparación de medias para la variable, Lignina del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (*Vigna unguiculada*) (L.) (Walp), como potencial uso en la alimentación de verano. Santa Rosa, sabana grande, Managua, Nicaragua

Tratamiento (% inclusión de urea)	Medias (%)	Prueba de Duncan (5%)
T2 (3 %)	13.35	a
T3 (5 %)	15.21	ab
T1 (1 %)	17.48	ab
T0 (0 %)	18.92	b

*Los valores con la misma letra no difieren significativamente entre ellas a un nivel de significancia del ($P > 0.05$) según Duncan.

La lignina se conocen un grupo de compuestos químicos presenten en las paredes celulares de las plantas y forman parte integrante de la madera.

Las ligninas son polímeros insolubles en ácidos y en álcalis fuertes, que no se digieren ni se absorben y tampoco son atacados por la microflora del intestino grueso. Pueden ligarse a los ácidos biliares y otros compuestos orgánicos (por ejemplo, colesterol), retrasando o disminuyendo la absorción en el intestino delgado de dichos componentes. El grado de lignificación afecta notablemente a la digestibilidad de la fibra. La lignina, que aumenta de manera ostensible en la pared celular de la planta con el curso de la maduración, es resistente a la degradación bacteriana, y su contenido en fibra reduce la digestibilidad de los polisacáridos fibrosos.

V. CONCLUSIONES

En la evaluación de la Composición química del rastrojo de la vaina amonificada del frijol Caupí (Vigna unguiculada) (L.) (Walp) , como potencial uso en la alimentación de verano concluimos que:

- El T1 con el (1 % de urea), fue el que presentó mejor calidad nutritiva.
- Al estimar la composición química del rastrojo del (frijol caupi), hay que seleccionar los tratamientos más acertados que suplan los requerimientos de mantenimiento nutritivo en la alimentación animal en épocas seca.

VI. RECOMENDACIONES

A partir de las experiencias acumuladas y los resultados obtenidos durante la realización de este trabajo, para futuras investigaciones relacionadas con el tema, recomendamos lo siguiente:

- Recomendamos la inclusión de urea del 1 % en la amonificación de rastrojo de la vaina del frijol Caupi, ya que estas mejoraron la calidad del rastrojo.
- Recomendamos realizar estudios con otras especies de leguminosas para comparar y evaluar su composición química.

VII. LITERATURA CITADA

- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 2013. Methods of Analysis. 8 ed. Washington, DC, US.229 p.
- Alves, J.R; Bertocco, R.A; Reis, L.R. Andrade, B.;Bonjardin, 1993. Efeitos da amonizacao sobre o valor nutritivo de feno de capim-barchiaria Pesq. Agropec. Bas. 28(12): 1451-1455.
- Aznar, P. 1991. Economía campesina y equilibrio ecológico. Un estudio de identificación de un proyecto de desarrollo rural para Nueva Guinea. Departamento de Economía Agrícola, UNAN. Managua. 39 p.
- Boschini, C.; Elizondo, J. (2003). Curso teórico y práctico de ensilaje de forrajes. Serie Agrotecnológica 1. Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. San José, Costa Rica. 66 p.
- Conrad, J. ; Pastrana, R. 1990. Amonificación, usando Urea, para mejorar el valor nutritivo de materiales fibrosos. ICA-INFORMA. Colombia. 24 (2) : 5 – 11.
- Cañete M. V. y J.L. Sacha. 1998. Ensilado de forrajes y su empleo en la alimentación de Rumiantes, p. 1- 260
- Elizalde, V.H.F.;Teuber, K.N. Hargreaves, B.A.; Lanuza, A.F.; Scholz, B.A. 1992. Efecto del estado fenológico, al corte de una pradera de *Ballica perenne* con trébol blanco, sobre el rendimiento de materia seca, la capacidad fermentativa y la calidad del ensilaje Agric. Tec. (Chile) 52 (1): 38-47
- Castillo, M.; Baldizón, L. 2013. Digestibilidad in vitro de la biomasa verde amonificada del pasto Guinea (*Panicum maximum, Jacq*), cv. Colonial, finca Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, NI. 11p
- Franco,S. J. B. 1985. Uso de la paja de arroz, melaza y Urea en la alimentación de vaquillas en desarrollo durante la época seca. Tesis. Ing. Agr. UNAN-Managua. 73 p.
- Holdrige, L. R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Editorial IICA. Serie: Libros y Materiales Educativos N° 34, San Jose Costa Rica. 216P.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2014. Estación Meteorológica SAINSA. Managua, NI. (En línea). Consultado 15 may 2014. Disponible en www.ineter.gob.ni.
- Preston, T. R. ; Leng, R.A. 1989. Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles; aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Circulo Impresores. Ltda., Cali, Colombia. 307 p.

- Pulido, J. L. 1990. Efecto de la amonificación con urea sobre el valor nutritivo y parámetros de digestión ruminal de la paja de Jaragua (*Hypharrenia ruffa*). Tesis MAG. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE 156 p.
- Reyes, N.; Mendieta.; Fariñas, T.; Mena, M.; Cardona, J.; Pezo, D. 2009. Elaboración y utilización de ensilajes en la alimentación del ganado bovino. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Managua, NI. 7p.
- Steel, R. G.; Torrie, J. H. 1988. Bioestadística. Principios y procedimientos. 2 ed. Traducido por Ricardo Martínez B. McGraw-Hill, MX. 614 p.
- Matus M.L; 2000. Amonificación de la cascarilla de arroz con tres niveles de inclusión de urea.
- Talavera, J.; León, F. 2012. Composición química de la biomasa verde del pasto Guinea (*Panicum máximum*, Jack), CV Colonial, con diferentes niveles de inclusión de urea. Finca Santa Rosa, Sabana Grande, Managua, NI. 11p.
- Martínez, R.J. L. 2010. Suelos de Nicaragua, (UCATSE).

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Selección y recolección de la vaina del Caupi



Anexo 2. Pesaje de las muestras de la vaina del Caupi



Anexo 3. Proceso de amonificación de los tratamientos de la vaina del Caupi



Anexo 4. Material amonificado



Anexo 5. Analisis del material amonificado



Anexo 6. Costos

Materiales	Costo C\$
1 kl de urea	45
½ tonelada Rastrojo de frijol caupi	800-600
1 bolsa	10-15